0.25 W 出力ながら音の瞬発力は抜群！

6 DJ 8 差動単段出力 ステレオ パワー・アンプを作る

池田敏弘

本機の特長

2004年12月号で発表したFET/2 SK 146 V差動PP超ストレート・アンプは，安価な部品を使用した非常にシンプルな回路仕様の手のひらサイズ・アンプでありながら，再生される音楽は非常にすばらしく，自分の目と耳を疑ってしまうミニパワー・アンプでした．

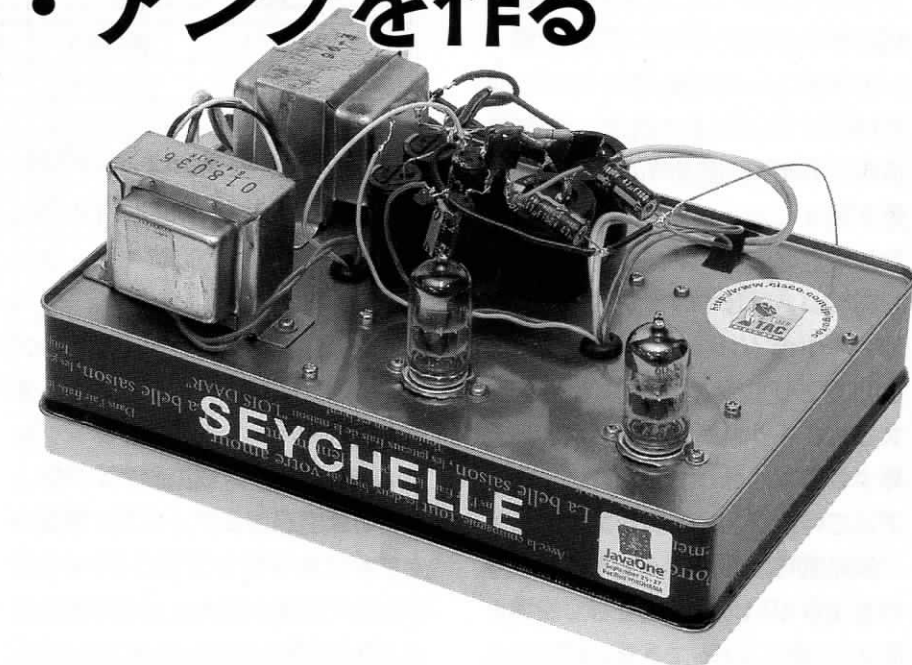
おかげさまで，同様な感想を，本誌読者のかたがたやここ大阪で参加させていただいている“手作りアンプの会”のメンバーからもいただいています．

今回，視覚的要素もある真空管を用いて，誰も体験したことのない管球式超ストレート・アンプの設計/製作にトライし，再生される音楽の生々しさに身震いしてしまうパワー・アンプができましたので，発表させていただきます．

おもな特長は下記のとおりです．

(1) 3極管差動PPアンプ
(2) 無帰還アンプ
(3) 汎用低電圧電源トランス活用

(1) 3極管差動PPアンプ

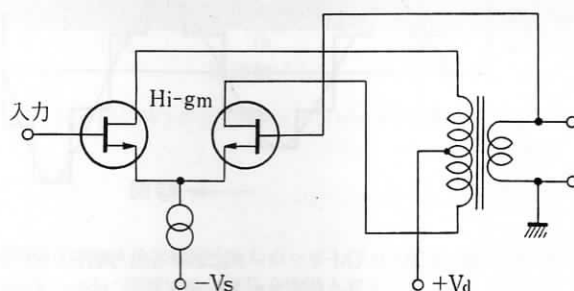
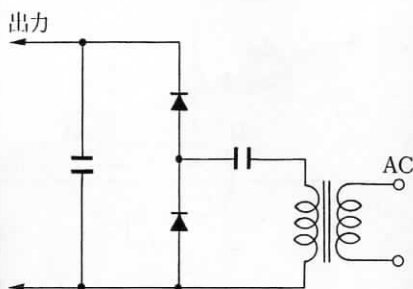
第1図に示された本誌12月号発表の「FET差動PP超ストレート・アンプ」は，High g_m/High P_D FET差動増幅回路出力に，スピーカを駆動するためのインピーダンス変換出力トランスを接続するという，極めて単純な回路構成とし，増幅動作としての単純化と，製作容易のための回路仕様の単純化との両立を図ることを実現しました．

今回，前記の超ストレート・アンプのFETの部分を真空管に置き換えることを基本方針にして，設計を進めました．FETを3極管に置き換え，今回も入力コンデンサを廃止し，増幅回路としては，High g_mの3極管2個とPPタイプの出力トランスだけ，という単純極まりない構成としています．

(2) 無帰還アンプ

このアンプも，無帰還方式，負帰還方式のいずれかが設定可能な回路仕様としていますが，2004年6月号のFET駆動300Bアンプや前回のFET差動PP超ストレート・アンプでの確認結果や，これまで製作した出力トランス付きアンプの試聴結果から，出力トランスを用いるアンプは無帰還の方が音楽再生において好ましい傾向にあることと，3極管の増幅度が前回のFETに比べ低いこと(後述の電圧ゲイン算出参照)もあり，このアンプも無帰還方式で設計・製作することにしました．

〈第1図〉 '04/12月号に発表したFET差動PPアンプの構成．本機の構想もこれと同じ

〈第2図〉高電圧をうるためには
倍電圧回路を重ねる

〈第3図〉
6DJ8単段
差動出力ア
ンプの増幅
部回路

(3) 汎用低電圧電源トランスを活用

一般に真空管アンプを製作する場合，半導体アンプに比べ高い電源電圧を必要とするため，高電圧を供給できる電源トランスが用いられます．ただこうしたトランスは供給する電圧が特殊であり，汎用の低電圧の電源トランスに比べコストが高くなる傾向にあります．また，入手・納期の点でも難しい面があります．そこで，今回は汎用低電圧電源トランスを活用することで電源トランスや部材のコストを抑えるとともに，真空管アンプが必要とする高電圧電源を，手軽に準備できるようにしました．

第2図に汎用低電圧電源トランスを活用した真空管用電源回路の基本回路仕様を示します．

真空管が必要とする高電圧は，コンデンサとダイオードを複数組み合わせたn倍圧整流回路を用いて，必要とする高電圧を生成します．

第3図の構成の場合，半波2倍の電圧を生成できますし，組み合わせの段数により，n倍の電圧を生成することが可能となります．一方，取り出せる電流は減少していきます．差動PPアンプは超ストレート1段構成で，必要とする電流値は数10 mAレベルですので，多くの汎用低電圧電源トランスが使用可能となります．

なお，差動回路の共通カソード側の負電圧は高電圧を必要としませんので，一般的な全波整流回路で生成します．

回路のあらまし

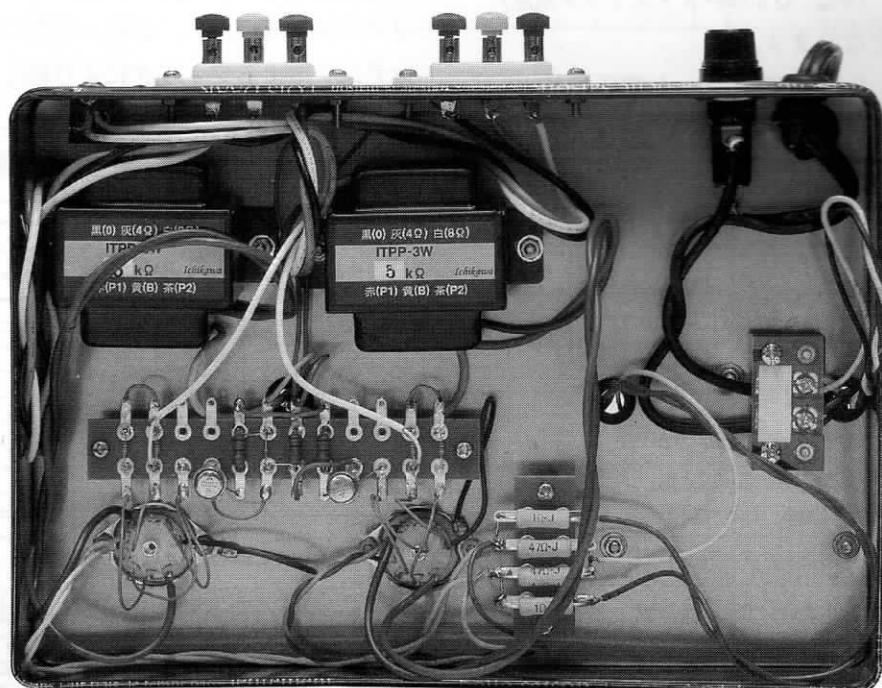
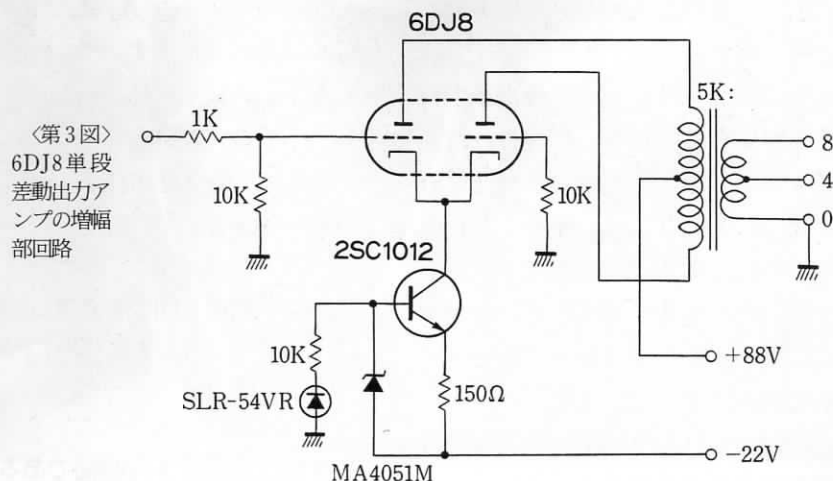
第3図にアンプ増幅部の回路図を示します．

初段は，読者諸氏が入手しやすく，High g_m でプレート電流を多く流せるものということで，手持ちの球の中から双3極管の6DJ8を使用することにしました．

3極管の負荷としては，出力トランスの1次側を接続します．出力トランスには，耐圧などの関係もあり，今回は，トランジスタ・ラジオ用の出力トランスではなく，真空管アンプ用の出力トランスITTP-3W（5 kΩ）を使用しました．

初段3極管の共通カソード側はTr 2SC1012による定電流回路を接続し，初段電流の安定化を図っています．

ここで，電圧増幅段の各素子の電流設定値について，**第4図**を使って簡単に説明します．

品質的に支障をきたすような素子の最大定格に対する余裕のない設計をしないかぎり，最適電流設定値をどの点に置くかは，読者のポリシー

●シャーシ内部に出力トランスと増幅部配線が収まる

に沿って設計を進められたらよい，と考えます．

私の設計ポリシーは，各素子の特性を測定しなくても，指定された素子を使用して記事のとおり製作するだけで，失敗なしに，発表したレベルの特性と本機独特の超ストレートな音楽再生能力を実現していただくことです．このポリシーに基づいて電流値を決定しています．

初段における直流関係の近似値は下記のようになります．

$I_c = 2 \times I_p$

（I_c：Q 3 の定電流値
I_p：Q 1，Q 2 のプレート電流）

最初に I_p の目標値を決めます．初段の電流値でスピーカを駆動するための供給電流の限界値が決定されます．したがって，多く流した方が有利となります．一方，損失があるため，下記の設定とします．

$I_p = 15(\mathrm{mA})$

とすると，$I_c = 30\mathrm{A}$ なので，

$$R_e = (V_z - V_{be})/I_c = (5.1 - 0.65)(\mathrm{V})/30(\mathrm{mA}) = 148(\Omega) -> 150(\Omega)$$

（V_z：MA 4051 M ツェナー電圧
V_{be}：Q 3 ベース・エミッタ電圧）

となります．

6 DJ 8 のプレート電圧は約 86 V としています．6 DJ 8 の最大プレート電圧は 130 V ですので，定格内です．損失 P_p についてはつぎのようになります．

$$P_p = V_p \times I_p = 86 \times 0.015 = 1.3(\mathrm{W})$$

（V_p：Q 1 プレート電圧）

最大許容損失 1.8 W に対し，余裕があります．なお，出力トランスの 1 次側インピーダンスは 5 kΩ で，2 次側インピーダンスは 8 Ω と 4 Ω となっていて，アンプの裸ゲインは双 3 極管のみで稼ぐことになります．

増幅段のゲイン A_1 は，つぎの近似式で表わされます．

$$A_1 = (\mu \cdot R_{L1})/(R_{L1} + r_p) = (33 \times 2.5\mathrm{k})/(2.5\mathrm{k} + 2.64\mathrm{k}) = 16(倍)$$

（μ：6 DJ 8 の μ
R_{L1}：初段 6 DJ 8 の負荷．出力トランス 1 次側 CT インピーダンス
r_p：6 DJ 8 の r_p）

となり，3 極管 1 段増幅である程度のゲインを稼ぐことができます．

PP 出力トランスのゲイン A_2 をインピーダンス比より推定し，

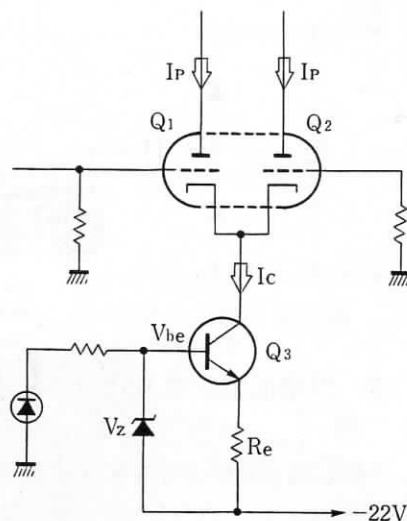
$A_2 = 0.04$

とすると，トータル・ゲイン A は，

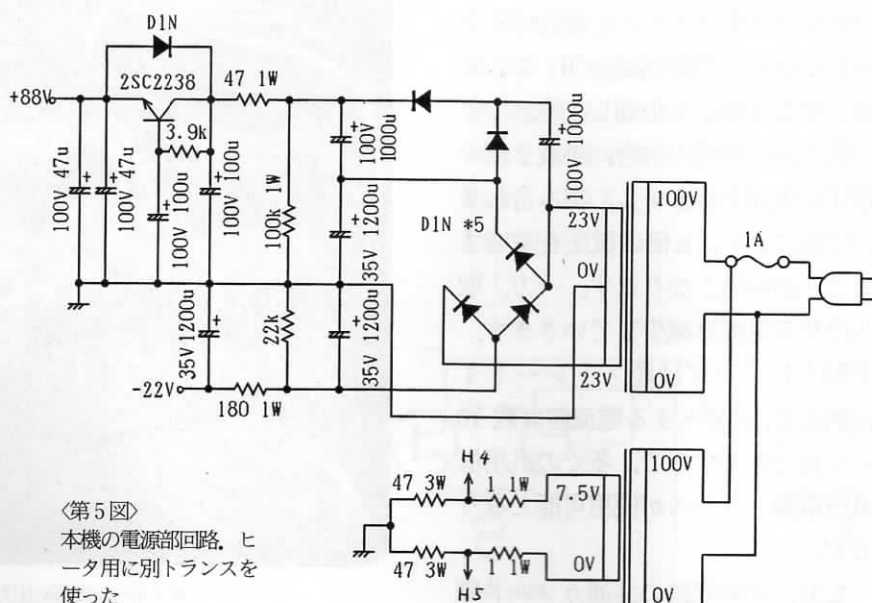
$A = 0.9 \times A_1 \times A_2 = 0.58$ 倍

（0.9：入力抵抗分圧比 10 k/(1 k + 10 k)）

と推定されます．通常のパワー・アンプとは異なり，電圧ゲイン的には減衰動作になります．

電源部の回路図を**第 5 図**に示します．正電圧側の回路はダイオードと電解コンデンサとの組み合わせによる半波 3 倍圧整流回路により，高電圧を生成しています．この出力はリップルが大きいため，抵抗と電解コンデンサによるフィルタにより軽くリップルを抑え，さらに Tr を用いたフィルタによりリップルを除去しています．

〈第 4 図〉出力増幅段の電流設定

負電圧側は全波整流回路とし，抵抗と電解コンデンサによるフィルタでリップルを抑えています．出力トランスに加わる電源電圧は，約 +88 V です．定電流側の負電圧は約 −22 V です．

ヒータは交流点火としています．2 次側 6.3 V の電源トランスを使用すればよいのですが，7.5 V の電源トランスが超特価で売られていたため，このトランスを使用することにしました．ヒータ電圧を約 6.3 V にするために，抵抗で降圧していま

〈第 5 図〉
本機の電源部回路．ヒータ用に別トランスを使った

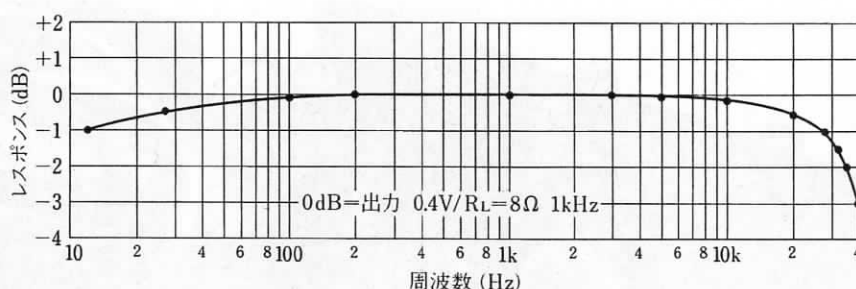
Hz～28 kHz＋0，－1 dB 以内という，なかなかよい周波数特性となっています．

雑音ひずみ率特性を**第8図**に示します．雑音ひずみ率は，非定電圧電源/交流点火にも関わらず，400 Hz の HPF を ON にしても変化はなく，ハムなどの影響はありません．特性カーブは無帰還真空管アンプお決まりのソフト・ディストーション形で，最大出力 0.25 W の小出力アンプとなっています．

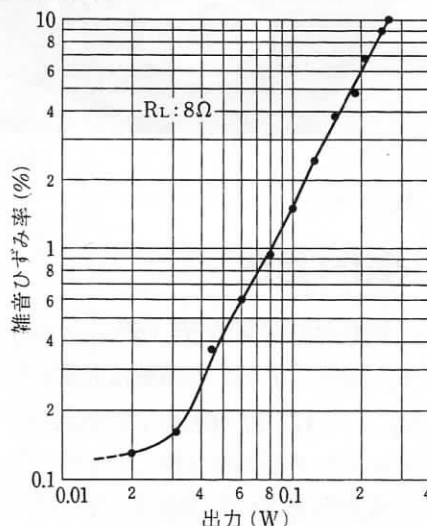
非定電圧，交流点火 3 極管アンプながら，低ノイズのアンプとなっています．無信号再生時，スピーカに耳を近づけてもハムなどのノイズは聴こえません．

前回の FET 超ストレート・アンプと比較すると，より広帯域でパワーも大きくなっています．

瞬発力のある音

試聴は写真に示す機器を用いて実施しました．CD プレーヤは，自作アナデジ"電蓄"(本誌 90 年 3 月号参照)，MDプレーヤはシャープMD-M20，スピーカはALTEC 405-8H(自作バスレフ)とJBL 4343A改造機です．

音楽を再生しますと，300BPPアンプの中低域パワーを凌ぐほどのボリューム感があり，ボーカルはなまなましい傾向です．大出力の現代アンプに比べはるかに小出力のアンプですが，信じられないほどの音の瞬発力が感じられます．最大出力 0.25 W とは想像もつきません．さらに，電圧増幅管から出力されている音とも想像つきません．外観と再生される音のミスマッチから，目と耳とを疑ってしまいます．

前回の 0.1 W のミニアンプに比べてパワーアップしていることもあり，自宅での通常音量レベルで聴くぶんにはパワー不足はまったく感じられません．

この 6 DJ 8 差動 PP アンプは，無調整で容易に製作できる，懐しく新しいアンプです．市販アンプでは絶対に味わうことのできない，真空管がほのかに光る視覚的要素と超ストレートな音の聴覚的要素とを備えたアンプといえます．

〈第7図〉本機の出力周波数特性

〈第8図〉本機の雑音ひずみ率特性

加えて，部品代が 1 万円で十分お釣りがくる安価な真空管アンプであり，部品点数も少なく，製作も簡単にできます．

ぜひこの 6 DJ 8 差動 PP アンプを製作し，超ストレートな音を体験してみてください．体験した瞬間，いままでのオーディオに対する考えかたを見つめ直す機会を与えてくれることと思います．

本機についての質問・意見のあるかたは，下記の電子メールへメッセージをお送りください．また，下記ホーム・ページにおいて，さまざまな AV 機器を意のままに操作するネット家電技術/AV ネットワーク技術情報もご紹介しています．

●ホーム・ページ：
http://www.geocities.jp/seychelle_7/
●電子メール：
seychelle777@hotmail.com

●視聴時のセット．アナログ・プレーヤ風に見せかけた自作 CD プレーヤがおもしろい